

3. Пат. № 43558 на корисну модель, Україна, МПК (2009), C12M1/04. Газліфтний барботажний апарат [Електронний ресурс] / В. В. Карачун, М. С. Тривайло, В. М. Мельник, М. А. Руденко, Д. В. Литвиненко. — и 200901835; заявл. 02.03.2009; опубл. 25.08.2009, Бюл. № 16. — Режим доступу: <http://uapatents.com/2-43558-gazliftnij-barbotazhnij-aparat.html>
4. Пат. № 40230 на корисну модель, Україна, МПК (2009), C12M1/04. Газліфтний барботажний апарат [Електронний ресурс] / М. С. Тривайло, В. В. Карачун, В. М. Мельник, О. Є. Резенчук, А. О. Заброра. — и 200813427; заявл. 20.11.2008; опубл. 25.03.2009, Бюл. № 6. — Режим доступу: <http://uapatents.com/2-40230-gazliftnij-barbotazhnij-aparat.html>
5. Пат. № 78382 на корисну модель, Україна, C12M1/04 (2006.01) Газліфтний барботажний апарат [Електронний ресурс] / В. М. Мельник. — и 201213327; заявл. 22.11.2012; опубл. 11.03.2013, Бюл. № 5. — Режим доступу: <http://uapatents.com/5-78382-gazliftnij-barbotazhnij-aparat.html>
6. Cremer, L. Theorie der Schalldämmung dünner Wände bei schrägem Einfall [Text] / L. Gremer // Akust. Zeitschrift. — 1942. — V. 7. — P. 3–7.
7. Шендеров, Е. Л. Волновые задачи гидроакустики [Текст] : моногр. / Е. Л. Шендеров. — Л.: Судостроение, 1972. — 352 с.
8. Gösele, K. Zur Körperschallausbreitung in Wohubauten [Text] / K. Gösele // Körperschall in Gebäuden. — Berlin, 1960. — P. 24–24.
9. Heckl, M. Die Schalldämmung von homogenen Einfachwänden endlicher Fläche [Text] / M. Heckl // Acustica. — 1960. — V. 10. — P. 17–21.
10. Junger, M. C. Letter to the editor [Text] / M. C. Junger, P. W. Smith // Acustica. — 1955. — V. 5,1. — P. 43–46.

ИСКУССТВЕННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В БИОРЕАКТОРЕ НА РЕЗОНАНСНОМ УРОВНЕ

Приводится одно из возможных технических решений искусственного формирования энергетической активности рабочей жидкости в биореакторе с помощью ультразвукового луча. Устанавливаются условия возникновения волнового совпадения, которое сопровождается резким ростом энергетической активности наряду с минимальной диссипацией лучевых волн. Раскрывается природа дополнительной энергетической активности в зонах каустических поверхностей двумя типами волн.

Ключевые слова: энергетическая активность, волновое совпадение, каустические поверхности, граничная частота.

Мельник Вікторія Миколаївна, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри біотехніки та інженерії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна.

Карачун Володимир Володимирович, доктор технічних наук, професор, кафедра біотехніки та інженерії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна, **e-mail:** karachun11@i.ua.

Мельник Виктория Николаевна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой биотехники и инженерии, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Украина.

Карачун Владимир Владимирович, доктор технических наук, профессор, кафедра биотехники и инженерии, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Украина.

Mel'nick Viktorij, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine.

Karachun Volodimir, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, **e-mail:** karachun11@i.ua.

УДК 621.002:658.56

**Трищ Р. М.,
Бурдейна В. М.**

ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ КООРДИНОВАНИХ РОЗМІРІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ТИПОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ

В роботі представлені аналітичні залежності для розрахунку точності координованих розмірів для типових технологічних схем. Запропоновані залежності для визначення міжосьового розміру, розміру від бази, позиційного відхилення. Визначена питома вага складових геометричної похибки в схемах без направлення ріжучого інструменту та з направленням ріжучого інструменту. Визначені найбільші розрахункові значення сумарної похибки обробки з використанням технологічної оснастки агрегатних верстатів.

Ключові слова: розмір, схема, інструмент, відхилення, база, агрегат, похибка, допуск.

1. Вступ

Питання якості продукції та продуктивності праці нерозривно пов'язані між собою, і на практиці при вирішенні конкретних питань вдосконалення технологій, устаткування, обладнання, механізації та автоматизації повинні вирішуватися одночасно. Висока якість виробу при його виготовленні забезпечується такими виробничими факторами, як якість обладнання та інструменту,

фізико-хімічні та механічні властивості матеріалів і заготовок, досконалість технологічного прогресу, а також якість обробки і контролю. Якість отриманої після обробки деталі характеризується точністю обробки [1].

Під час процесу обробки великих партій заготовок, супроводжуваної досить інтенсивним зносом різального інструменту, при налаштуванні виникає завдання найбільш раціонального розташування кривої розсіювання в поле допуску з метою використання значної частини

цього поля для компенсації змінних систематичних похибок обробки. Таким чином, вдається збільшити термін роботи верстата без під наладки, а отже, і підвищити продуктивність. Деяка частина загального поля допуску використовується для компенсації похибок настройки. Друга частина загального поля допуску призначається для компенсації випадкових похибок, що викликають розсіювання розмірів. Інша частина загального поля допуску використовується для компенсації похибок, породжуваних сукупною дією систематично діючих факторів, постійних за величиною і які змінюються в часі за певними законами (наприклад, зносу ріжучого інструменту) [1]. У процесі обробки партії заготовок у зв'язку із зносом різального інструменту відбувається зміна положення кривої розсіювання.

Від того, наскільки точно буде витриманий розмір і форма деталі при обробці, залежить правильність сполучення деталей у виробі і, як наслідок, надійність виробу в цілому.

Актуальність даного дослідження полягає в тому, що стрімкість організації нових галузей з виробництва машин та устаткування різного технологічного призначення, всебічний розвиток машинобудування вимагає швидкого розширення номенклатури деталей з отворами малого діаметру. Більшість деталей машин виготовляється шляхом обробки різанням. Дослідження і практика показали, що в процесі розробки будь-якої конструкції необхідно в обов'язковому порядку проводити розмірний аналіз всіх конструкторських рішень. І це, перш за все, відноситься до розрахунку вихідних параметрів координованих розмірів отворів.

2. Постановка проблеми

Експериментальні дослідження були проведені з використанням двох основних технологічних систем: без направлення і з напрямком ріжучого інструменту. Причому, в кожній технологічній системі були два різновиди операційних станцій з силовою головкою і силовим столом.

Метою проведених досліджень є визначення особливостей при забезпеченні точності координованих розмірів під час використання типових технологічних схем: з направленням ріжучого інструменту і без направлення ріжучого інструменту при обробці на агрегатних верстатах.

Для досягнення зазначеної мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Провести аналіз стану дослідження вивчення якості координованих розмірів отворів при різних видах обробки деталей.
2. Провести експериментальні дослідження і математичну обробку результатів забезпечення точності координованих отворів.
3. Виявити ступінь впливу різних факторів на точність координованих розмірів при використанні типових технологічних схем.

3. Аналіз літературних джерел

Для розрахунку задач теорії точності використовують різноманітні прийоми визначення похибок обробки, які можна звести до трьох основних методів: статистичного, розрахунково-аналітичного і аналітичного. Найбільш складним в дослідженні процесу точності обробки є до-

слідження причин і сутності прояву цих причин на похибку при обробці.

Відомо, що найбільш достовірними методами визначення похибок обробки на металорізальних верстатах є розрахунково-аналітичний та аналітичний. Розрахунково-аналітичний метод досить докладно викладено в роботах А. П. Соколовського [2], В. С. Корсакова [3], І. Г. Фридлендера [4] та ін. Аналітичний метод, пропонується Б. М. Базровим [5], В. П. Портманом [6], являє собою математичний опис процесу обробки з виведенням рівнянь відносного руху ріжучих кромок інструменту і технологічних баз деталей, що містять в якості складових параметрів всі діючі фактори. Для визначення точності обробки координованих отворів на агрегатних верстатах середнього та малого габариту використовується різновид розрахунково-аналітичного методу, що дозволяє враховувати досяжну точність виготовлення деталей оснастки цих верстатів у виробничих умовах.

4. Аналітичні залежності для розрахунку точності координованих розмірів

Під точністю координованих розмірів мається на увазі точність розмірів між отвором і базою або між двома або декількома отворами, а також позиційне відхилення їх осей. На підставі раніше проведених досліджень [7, 8] встановлено, що точність координованих розмірів є функцією декількох груп факторів:

$$T_{\text{И}} = f(T_{\text{Ин}} \cdot T_{\text{СТ}} \cdot T_{1;0\text{С}} \cdot \Delta_{\text{ж}}), \quad (1)$$

де $T_{\text{Ин}}$ — допуск на геометричну точність оснащення: «И» — індекс, для схем головка — пристосування $\text{И} = 1$, для схем головка — насадка — кондуктор — пристосування $\text{И} = 2$; $T_{\text{СТ}}$ — допуск, що визначає точність позиціонування поворотно-ділильного столу з пристосуванням; $T_{1;0\text{С}}$ — допуск на похибку взаємної орієнтації осі шпинделя з закріпленим у ній ріжучим інструментом щодо номінального розташування осі оброблюваного отвору; індекси «0» і «1» вказують на те, що ця похибка може бути обумовлена відповідно як величиною перекоосу, так і їх зсувом; $\Delta_{\text{ж}}$ — похибка, викликана пружними та контактними деформаціями під дією сил різання.

Дослідженнями, виконаними раніше [7], отримано аналітичні залежності, якими можна скористатися для визначення допуску на міжосьовий розмір (T_R), розмір від бази (T_B), а також на позиційне відхилення (T_O).

Отримані залежності справедливі для наступних схем технологічного оснащення агрегатного верстата:

- головка силова — пристосування;
- головка силова — насадка — пристосування;
- стіл силовий з бабкою — пристосування;
- стіл силовий з бабкою — насадка — пристосування;
- головка силова — кондуктор — пристосування;
- головка силова — насадка — кондуктор — пристосування;
- стіл силовий — кондуктор — пристосування;
- стіл силовий — насадка — кондуктор — пристосування.

Таким чином, всі схеми технологічного оснащення розділені на дві основні групи:

- схеми без направлення ріжучого інструменту;
- схеми з напрямком ріжучого інструменту кондукторних втулками.

Отже, величину допуску T_B розміру, координуючого розташування оброблюваного отвору щодо бази з урахуванням розглянутих вище факторів, згідно [9, 10], можна розрахувати за такими залежностями:

— Для схем без направлення ріжучого інструменту:

$$T_B = t \sqrt{\xi_{II}^2 \cdot \lambda'_{IIZ} \cdot T_{II}^2 + \left(\frac{l_{II}}{L}\right)^2 \cdot \lambda'_{0IIZ} \cdot T_{0II}^2 + \xi_{IC}^2 \cdot \lambda_{IC} \cdot T_{IC}^2 + \xi_{IP}^2 \cdot \lambda'_{IPZ} \cdot T_{IP}^2 + \left(\frac{l_g}{L}\right)^2 \cdot \lambda'_{0IPZ} \cdot T_{0IP}^2 + \xi_{CT}^2 \cdot R_{CT}^2 \cdot \lambda_\phi^2 \cdot T_\phi^2 + \xi_{\Delta_{jg}}}. \quad (2)$$

— Для схем з напрямком ріжучого інструменту кондукторних втулками:

$$T_B = t \sqrt{\left(0,5 + \frac{l_X}{2l_{BT}}\right)^2 \cdot \lambda_{S1}^2 \cdot (T_{S1} + S_{ИЗН})^2 + \xi_{II}^2 \cdot \lambda'_{IIZ} \cdot T_{II}^2 + \left(\frac{l_X + l_{BT}}{L}\right)^2 \cdot \lambda'_{0IIZ} \cdot T_{0II}^2 + \xi_{IC}^2 \cdot \lambda_{IC} \cdot T_{IC}^2 + \xi_{IP}^2 \cdot \lambda'_{IPZ} \cdot T_{IP}^2 + \left(\frac{l_g}{L}\right)^2 \cdot \lambda'_{0IPZ} \cdot T_{0IP}^2 + \xi_{IK}^2 \cdot \lambda'_{IKZ} \cdot T_{IK}^2 + \left(\frac{l_X + l_{BT}}{L}\right)^2 \cdot \lambda'_{0IKZ} \cdot T_{0IK}^2 + \xi_{CT}^2 \cdot R_{CT}^2 \cdot \lambda_\phi^2 \cdot T_\phi^2 + \xi_{\Delta_{jg}}}. \quad (3)$$

— Позиційний допуск відхилення осей отворів двох зазначених вище технологічних схем:

$$T_O = t \sqrt{\left(\frac{l_{II}}{L}\right)^2 \cdot \lambda'_{0IIZ} \cdot T_{0II}^2 + \xi_{0C}^2 \cdot \lambda_{0C} \cdot T_{0C}^2 + \xi_{OCT}^2 \cdot \lambda_\phi^2 \cdot T_\phi^2 + \xi_j \cdot \theta_j}. \quad (4)$$

У формулах (2)–(4): T_{II} , T_{IC} , T_{IP} , T_{IK} — допустимі значення по зсуву відповідно осі ріжучого інструменту, взаємної орієнтації інструменту і базового елементу, осі базового елементу пристосування, а також осі кондукторної втулки; T_{0II} , T_{0C} , T_{0IP} — допустимі значення по перекосу відповідно осі ріжучого інструменту, осі кондукторної втулки і осі базового елементу пристосування; T_ϕ , λ_ϕ і ξ_{CT} — допуск на кутове позиціонування діляльного столу, коефіцієнт відносного розсіювання кутового позиціонування і відповідне передавальне відношення; T_{S1} , $S_{ИЗН}$ і R_{CT} — відповідно допуск вихідного зазору в сполученні кондукторна втулка — ріжучий інструмент, величина цього зазору після зносу і радіус розташування оброблюваної поверхні на планшайбі столу; Δ_{jg} , ξ_j — динамічна жорсткість технологічної системи та її коефіцієнт приведення; λ'_{IIZ} , λ'_{IPZ} , λ'_{0IIZ} , λ'_{0IPZ} — приведені коефіцієнти відносного розсіювання відповідних факторів, обчислюваних згідно [9, 11], за формулою:

$$\lambda'_{IZ} = 0,5\lambda_i^2 + \frac{0,38}{T_i^2} \left(\Delta_{oi} + \frac{\alpha_i T_i^2}{2} \right), \quad (5)$$

де i , T_i , λ_i , α_i — відповідний фактор і допуск, коефіцієнт відносного розсіювання та асиметрії i -го фактора; l'_{II} — виліт

інструменту: для безкондукторної обробки $l'_{II} = l_{II}$; для обробки з напрямком ріжучого інструменту $l'_{II} = l_X + l_{BT}$.

5. Точність координованих розмірів з застосуванням типових технологічних схем

Точність обробки з формул (2)–(4) можна представити в загальному вигляді [12, 13]:

$$\left. \begin{aligned} T_B &= T_{B(\Gamma)} + \Delta_{jg}, \\ T_O &= T_{O(\Gamma)} + \theta_{jg}, \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

де θ_{jg} і Δ_{jg} — відповідно деформація і кут повороту перерізу кінця ріжучого інструменту; $T_{B(\Gamma)}$ і $T_{O(\Gamma)}$ — допуски відповідно розміру від бази і позиційного відхилення, утворені геометричними похибками елементів технологічної системи.

З формул (2) і (4) допуск на розмір від бази по геометричній точності для оснащення без направлення ріжучого інструменту:

$$T_{B(\Gamma)} = t \sqrt{\xi_{II}^2 \cdot \lambda'_{IIZ} \cdot T_{II}^2 + \left(\frac{l_g}{L}\right)^2 \cdot \lambda'_{0IPZ} \cdot T_{0IP}^2 + \xi_{IC}^2 \cdot \lambda_{IC} \cdot T_{IC}^2 + \xi_{CT}^2 \cdot R_{CT}^2 \cdot \lambda_\phi^2 \cdot T_\phi^2}. \quad (7)$$

Позиційний допуск:

$$T_{O(\Gamma)} = t \sqrt{\xi_{0IP}^2 \cdot \lambda'_{0IPZ} \cdot T_{0IP}^2 + \xi_{0C}^2 \cdot \lambda_{0C} \cdot T_{0C}^2 + \xi_{CT}^2 \cdot R_{OCT}^2 \cdot \lambda_\phi^2 \cdot T_\phi^2}. \quad (8)$$

Для технологічної системи з напрямком ріжучого інструмента:

$$T_{B'(\Gamma)} = t \sqrt{\left(0,5 + \frac{l_X}{2l_{BT}}\right)^2 \cdot \lambda_{S1}^2 \cdot (T_{S1} + S_{ИЗН})^2 + \xi_{IP}^2 \cdot \lambda'_{IPZ} \cdot T_{IP}^2 + \left(\frac{l_g}{L}\right)^2 \cdot \lambda'_{0IIZ} \cdot T_{0II}^2 + \lambda_{IK}^2 \cdot T_{IC}^2 \cdot \lambda'_{IKZ} \cdot T_{IK}^2 + \left(\frac{l_X + l_{BT}}{L}\right)^2 \cdot \lambda'_{0IKZ} \times \times T_{0IK}^2 + \xi_{IC}^2 \cdot \lambda_{IC} \cdot T_{IC}^2 + \xi_{CT}^2 \cdot \lambda_\phi^2 \cdot R_{CT}^2 \cdot T_\phi^2}. \quad (9)$$

Розрахунок геометричної точності за перекосу для оснастки з напрямком ріжучого інструменту виконується також за формулою (8) [14].

Ступінь впливу кожної складової в залежностях (7)–(9) можна визначити із залежності:

$$E_i = \frac{\xi_i^2 T_i^2}{T_\Sigma^2} \cdot 100\%, \quad (10)$$

де T_i , ξ_i — допуск i -ї складової геометричної похибки і його передавальний коефіцієнт.

Результати розрахунків питомої ваги похибок у схемах без направлення ріжучого інструменту зведені у табл. 1.

Результати розрахунків питомої ваги похибок при обробці з напрямком ріжучого інструменту зведені в табл. 2.

Аналізуючи отримані дані при безкондукторній обробці, встановлюємо, що найбільш істотний вплив роблять похибки пристосування (по зсуву 55,3 % і за

перекоосу 35,2 %) і поворотного-ділильного столу (по зсуву 37,7 % і перекоосу 58,7 %).

Таблиця 1

Питома вага складових геометричної похибки в схемах без направлення ріжучого інструменту

Найменування складової похибки	Точнісний параметр координованого отвору			
	зсув від бази		позиційне відхилення	
	величина, мм	E, %	величина, мм	E, %
Пристосування	0,0282	55,3	0,012	35,2
Взаємна орієнтація	0,1	7,0	0,005	6,1
Ділильний стіл	0,233	37,7	0,0155	58,7

Таблиця 2

Питома вага складових геометричної похибки в схемах з напрямком ріжучого інструменту

Найменування складової похибки	Точнісний параметр координованого отвору			
	зсув від бази		позиційне відхилення	
	величина, мм	E, %	величина, мм	E, %
Вузол напрямку ріжучого інструменту	0,0125	4,1	—	—
Кондукторна плита	0,0470	58,1	—	—
Пристосування	0,0282	20,9	0,012	35,2
Взаємна орієнтація	0,01	2,6	0,005	6,1
Ділильний стіл	0,0233	14,3	0,0155	58,7

У схемах з напрямком кондукторів найбільш істотний вплив роблять похибки кондукторної плити з вузлом напрямку ріжучого інструменту (по зсуву 62,2 %) і пристосування (20,9 % по зсуву і 35,2 % по перекоосу). На підставі залежностей (2)–(4) були розраховані можливі найбільші значення сумарної похибки обробки, яка є функцією геометричної точності елементів технологічної оснастки та її жорсткості. Результати розрахунків наведено в табл. 3, з якої можна зробити висновок, що точність координованих розмірів від бази при обробці сталі 45 в 1,4–1,6 рази вище при використанні оснащення з кондукторами, ніж при використанні схем без направлення ріжучого інструменту. При обробці алюмінієвого сплаву Ал 9 збільшення точності при зазначених умовах не спостерігається.

Позиційне відхилення при обробці сталі 45 в середньому в 3 рази (для Ø 1 мм) і в 7,5 разів (для Ø 2 і Ø 3 мм) менше в схемах з напрямком ріжучого інструменту, ніж без направлення його.

При обробці алюмінієвого сплаву Ал 9 спостерігається менш істотне збільшення (в 1,5–1,9 разів) точ-

ності за позиційним відхиленням в схемах з напрямком ріжучого інструменту порівняно з схемами без його напрямку.

6. Висновки

Аналіз складових сумарної похибки обробки координованих отворів і їх розрахунків показав:

1) використання технологічних схем з напрямком різального інструменту в агрегатних верстатах дає підвищення точності по зсуву в 11,1–1,7 рази, а за перекоосом осей — в 5,2–6,7 рази порівняно зі схемами без направлення ріжучого інструменту;

2) в сумарній похибці обробки істотний вплив має геометрична складова, питома вага якої в схемах з напрямком ріжучого інструменту становить до 90 % (обробка вуглецевих сталей і кольорових металів);

3) для схем без направлення ріжучого інструменту більшу частку в сумарну похибку обробки вносить наведена деформація, ріже: 58 % — для сталі вуглецевої і 32 % — для кольорових металів;

4) резервом підвищення геометричної точності технологічних схем з напрямком ріжучого інструменту є скорочення складових ланок у рівномірні ланцюги і підвищення точності цих же складових ланок.

З метою підвищення точності замикаючих ланок — точностних вихідних параметрів верстатів рекомендується при розробці технологічного процесу механічної обробки та складання проводити розмірний аналіз технологічних систем. Це дозволить встановити оптимальну точність обробки основних деталей, що визначають вихідні геометричні параметри агрегатних верстатів і вибрати необхідний метод складання.

За результатами виконаних досліджень будуть розроблені керівні технічні матеріали з наступним впровадженням на підприємствах машинобудівної галузі.

Література

1. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов механосборочного производства [Текст] / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. — Тольятти: ТГУ, 2004. — 201 с.
2. Соколовский, А. П. Научные основы технологии машиностроения [Текст] / А. П. Соколовский. — М.: Машгиз, 1955. — 515 с.
3. Корсаков, В. С. Точность механической обработки [Текст] / В. С. Корсаков. — М.: Машгиз, 1961. — 379 с.
4. Фридендер, И. Г. Расчеты точности машин при проектировании [Текст] / И. Г. Фридендер. — Киев-Донецк: Вища школа, 1980. — 184 с.
5. Базров, Б. М. Технологические основы проектирования самоподнастраивающихся станков [Текст] / Б. М. Базров. — М.: Машиностроение, 1978. — 216 с.

Таблиця 3

Найбільші розрахункові значення сумарної похибки обробки з використанням технологічної оснастки агрегатних верстатів моделі ХММ (у мм)

Матеріал, що обробляється	Без направлення ріжучого інструменту						З направленням ріжучого інструменту					
	розмір від бази			позиційне відхилення			розмір від бази			позиційне відхилення		
	діаметр оброблюваного отвору, мм											
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Сталь 45	0,098	0,092	0,089	0,413	0,243	0,183	0,7	0,054	0,054	0,148	0,036	0,024
СЧ 15	0,044	0,043	0,043	0,083	0,048	0,036	0,055	0,054	0,054	0,043	0,023	0,023
Ал 9	0,058	0,057	0,056	0,223	0,133	0,099	0,059	0,054	0,054	0,081	0,033	0,023

6. Портман, В. Т. Универсальный метод расчета точности механических устройств [Текст] / В. Т. Портман // Вестник машиностроения. — 1981. — № 7. — С. 12–17.
7. Пашенко, Э. А. Исследование факторов, определяющих точность обработки деталей на агрегатных станках ХПО [Текст]: отчет о НИР / Э. А. Пашенко, В. А. Чепела, Н. В. Латышев; УЗПИ. — Инв. № 02840041668. — Харьков, 1983. — 90 с.
8. Прогнозирование устойчивости точностных параметров агрегатных станков на стадии проектирования [Текст] // Вести Харьковского политехнического института. Машиностроение. — Харьков: Вища школа, 1983. — № 205, Вып. 13. — С. 24–29.
9. Чепела, В. А. Повышение жесткости технологических систем как важный фактор обеспечения надежности элементов горно-транспортных машин [Текст] / В. А. Чепела, В. Т. Акимов, Э. А. Пашенко, Н. В. Латышев // Прочность и долговечность горных машин. — М.: Недра, 1984. — Вып. 6. — С. 150–159.
10. Krause-Leipoldt, R. Für Sonderwerkzeugmaschinen [Text] / R. Krause-Leipoldt // Standardisierte Baueinheiten Maschinenmarkt. — 1980. — Bd. 86, № 68. — P. 1300–1302.
11. Worthifigton, B. A. Comprehensive literature survey of chip control in the turning process [Text] / B. A. Worthifigton // Int. J. Mach. Tool and Res. — 1977. — P. 103–116.
12. Odom, P. R. Nomographs for computer simulation [Text] / P. R. Odom, R. E. Shannon // Industrial Engineering. — 1973. — Vol. 5, № 11. — P. 603–614.
13. Справочник технолога-машиностроителя [Текст] / под ред. А. Г. Косиловой. — Т. 2. — М.: Машиностроение, 1985. — 496 с.
14. Walton, A. B. The performance of cutting tools with unusual forms [Text] / A. B. Walton, B. Worthington // Proc. 21-th Int. Mach. Tool Des and Res. Conf. — 1980. — P. 411–419.

ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОЧНОСТИ КООРДИНИРОВАННЫХ РАЗМЕРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТИПОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ

В работе представлены аналитические зависимости для расчета точности координированных размеров для типовых

технологических схем. Предложены зависимости для определения межосевого размера, размера от базы, позиционного отклонения. Определен удельный вес составляющих геометрической погрешности в схемах без направления режущего инструмента и с направлением. Определены расчетные значения суммарной погрешности обработки с использованием технологической оснастки агрегатных станков.

Ключевые слова: размер, схема, инструмент, отклонения, база, агрегат, погрешность, допуск.

Триш Роман Михайлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой охраны труда, стандартизации и сертификации, Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков, Украина, e-mail: trish_@ukr.net.

Бурдейна Виктория Михайловна, ассистент, кафедра охраны труда, стандартизации и сертификации, Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков, Украина, e-mail: zamorskavika@mail.ru.

Триш Роман Михайлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой охраны труда, стандартизации и сертификации, Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков, Украина.

Бурдейна Виктория Михайловна, ассистент, кафедра охраны труда, стандартизации и сертификации, Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков, Украина.

Trishch Roman, Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy, Kharkov, Ukraine, e-mail: trish_@ukr.net.

Burdeyna Victoria, Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy, Kharkov, Ukraine, e-mail: zamorskavika@mail.ru

УДК 004.932

**Безвесільна О. М.,
Цірук В. Г.,
Дяченко В. П.,
Ткачук А. Г.**

ЗАСТОСУВАННЯ МАШИННОГО ЗОРУ ТА МЕТОДІВ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕННЯ НА ВИРОБНИЦТВІ

Публікація містить огляд сфер застосування систем машинного зору та методів обробки зображень на виробництві. Показано, що однією з головних передумов використання машинного зору є відсутність суб'єктивності оцінок контрольованих параметрів, яка виникає через людський фактор. Детально розглянуто основні компоненти систем машинного зору, наведено їх класифікацію.

Ключові слова: машинний зір, система обробки зображення, сегментація, цифрова морфологія, патерн, скелетизація.

1. Вступ

Зростання обсягів споживання промислових товарів, підвищення вимог до їх якості та безпечності, викликає необхідність підвищення технологічності виробничих процесів. В свою чергу, тенденція індивідуалізації та специфікація продукції під конкретного кінцевого споживача у поєднанні зі зростаючою конкуренцією вимагають зниження собівартості продукції. Таким чином, актуальним питанням розвитку масового виробництва є компроміс між його пришвидшенням і гнучкістю

в налаштуванні з одного боку, та підвищенню якості продукції з іншого [1].

У процесі контролю якості великих об'ємів продукції, людський фактор є дуже вразливою ланкою, що обумовлено індивідуальними фізіологічними особливостями кожної людини. З цим пов'язана і суб'єктивність оцінки контрольованих параметрів продукції. Розумною альтернативою є використання у цій сфері систем машинного зору, що може розглядатись як імітація людської діяльності, завдяки сукупності зору (камера) та інтелекту (комп'ютер).